

⑤

Int. Cl. 2:

**G 01 N 15/06**

G 01 N 1/22

①⑨ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DE 27 56 164 A 1**

⑪

# **Offenlegungsschrift 27 56 164**

⑫

Aktenzeichen:

P 27 56 164.4-52

⑬

Anmeldetag:

16. 12. 77

⑭

Offenlegungstag:

21. 6. 79

⑮

Unionspriorität:

⑮ ⑮ ⑮ —

⑮

Bezeichnung:

Verfahren zur Bestimmung der Anzahl der Partikel innerhalb eines Luftvolumens und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

⑰

Anmelder:

Beck, Claus H., Dr., 6800 Mannheim

⑱

Erfinder:

Beck, Claus H., Dr., 6800 Mannheim; Anschütz, Herbert, Dipl.-Phys., 2300 Kiel

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

**DE 27 56 164 A 1**

- / -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Bestimmung der Anzahl der Partikel, insbesondere Staubpartikel, innerhalb eines Luftvolumens zur Überprüfung des Reinheitsgrades des Luftvolumens unter Anwendung von Zentrifugalabscheidung der Partikel aus einem umgelenkten Meßluftstrom, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Umlenkung des Meßluftstromes ein elektrisches Feld erzeugt wird, dessen Feldlinien im Bereich eines innerhalb des elektrischen Feldes am Rand der Strömung des Meßluftstromes gelegenen Auffängers (6, 14, 25, 30) ungefähr senkrecht zu den Stromlinien der Strömung verlaufen, wobei die Feldlinien die Partikel, die gegebenenfalls vorher elektrisch geladen worden sind, durch die Grenzschicht der Strömung hindurch zu dem Auffänger leiten, von dem die Partikel aufgefangen werden, wonach dieselben in ansich bekannter Weise elektrisch oder optisch gezählt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des elektrischen Feldes zur Erzeugung der Umlenkung der Meßluftstrom zu einer Kreisbahn mit sehr kleinem Radius gezwungen wird oder eine Couette- oder Scherströmung oder eine Wirbelströmung erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß das elektrische Feld an den Auffänger (14) gelegt wird und die Partikel elektrisch gezählt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein stark inhomogenes elektrisches Feld erzeugt wird.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Führungseinrichtung (9, 20, 26, 27, 33) zum Umlenken und Führen des Meßluftstromes, die zwischen zwei in Abstand voneinander befindlichen Hochspannungselektroden (4, 18, 29 ; 8) angeordnet ist, an die ein elektrisches Feld gelegt ist, in welchen in direkter Nachbarschaft zu einer Elektrode ein Auffänger (6, 14, 25, 30) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Auffänger (6, 14, 25, 30) direkt benachbarte Elektrode eine Spitzenelektrode (8) ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer radialen Luftströmung die Führungseinrichtung eine Halbkugelschale (9) aus Isoliermaterial ist, die an ihrer tiefsten Stelle ein Loch (4<sup>2</sup>) aufweist und die auf den plattenförmigen Auffänger aufgesetzt ist, unter dem sich im Bereich des Loches die Spitzenelektrode (8) befindet und daß auf dem Auffänger

geglichen  
ndert

innerhalb des Loches ein Pfropfen (7) einer klebrigen Flüssigkeit plaziert ist.

träglich  
ändert

8. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer radialen Luftströmung die Führungseinrichtung eine Halbkugelschale (9) aus Isoliermaterial ist, die an ihrer tiefsten Stelle ein Loch (4<sup>2</sup>) aufweist, in dem ein Metallplättchen (14) als Auffänger angeordnet ist, unter welchem sich die Spitzenelektrode (8) befindet, wobei das Metallplättchen auf das Potential der Spitzenelektrode, vorzugsweise über einen Hochohmwiderstand, gelegt ist und daß an das Metallplättchen ein elektrischer Zähler (16, 17) angeschlossen ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer Couette- oder Scherströmung die Führungseinrichtung aus einem zylinderförmigen Gehäuse (20) mit einer Zu - (21) und einer Abströmöffnung (22) besteht, in dem ein Rotor (18) drehbar exzentrisch angeordnet ist, der gleichzeitig die eine Elektrode bildet, wobei dem Rotor im Bereich des geringsten Abstandes (a) von dem Gehäuse der plattenförmige Auffänger (25) gegenüberliegt, unter dem die Spitzenelektrode (8) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet,

net, daß zur Erzeugung einer Couette- oder Scherströmung zwei Platten (26, 27) planparallel in Abstand voneinander senkrecht auf dem plattenförmigen Auffänger (30) angeordnet sind, wobei mittig zwischen den Platten und längs zu denselben ein drehbarer, gleichzeitig als Elektrode dienender Zylinder (29) angeordnet ist, dessen Abstand (b) zum Auffänger geringer ist, als zu den Platten und über dem planparallel zu den Platten eine Trennplatte (28) angeordnet ist und daß unterhalb des Auffängers die Spitzenelektrode (8) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungseinrichtung eine einen Wirbelluftstrom erzeugende Turbine (33) ist, an deren Ausgang die beiden Hochspannungselektroden (4, 8) sich gegenüberstehend angeordnet sind, wobei oberhalb der Spitzenelektrode (8) der Auffänger (6) plaziert ist.

2756164

**DR. GERHARD RATZEL**  
PATENTANWALT

Akte 9016

. 5.

15. Dezember 1977

6800 MANNHEIM 1,  
Seckenheimer Str. 36a, Tel. (0621) 406315

Postcheckkonto: Frankfurt/M Nr. 8293-803  
Bank: Deutsche Bank Mannheim Nr. 72/00088  
Telegr.-Code: Gerpat  
Telex 463570 Para D

Dr. Claus H. Beck  
Frankenstraße 13  
6800 Mannheim 52

-----  
Verfahren zur Bestimmung der Anzahl der  
Partikel innerhalb eines Luftvolumens  
und Vorrichtung zur Durchführung des Ver-  
fahrens  
-----

909825/0314

- 5 -  
· 6 ·

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Anzahl der Partikel, insbesondere Staubpartikel, innerhalb eines Luftvolumens zur Überprüfung des Reinheitsgrades des Luftvolumens unter Anwendung von Zentrifugalabscheidung der Partikel aus einem umgelenkten Meßluftstrom, unter gleichzeitiger Anlegung eines elektrischen Feldes; daneben betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Im Bereich der Sanitärtechnik, Krankenhäuser, Apotheken, pharmazeutischen Fabriken, aber auch in anderen Bereichen der Technik, zum Beispiel der Halbleiterherstellung, werden in zunehmendem Maße staubfreie Räume und Kammern benötigt. Insbesondere ist es nach dem Arzneimittelgesetz vorgeschrieben, daß bei der Herstellung von Rezepturen die Sicherung der mikrobiologischen Qualität der Arzneimittel gewährleistet sein muß. Dazu bedarf es entsprechender Geräte, die geeignet sind, mikrobielle Kontaminationen während der Herstellung von den Produkten fern zu halten. Das kann dadurch erreicht werden, daß innerhalb des Arbeitsbereiches ein hochgereinigter Luftstrom über den Arbeitsbereich ständig hinwegfliegt, der über den gesamten Querschnitt eines abgegrenzten Bereiches mit möglichst gleichförmiger Geschwindigkeit und nahezu paralleler Stromlinien abfließt. Der entscheidende Effekt im Hinblick auf den Reinheitsgrad des umgebenden Luftvolumens ist der schnelle Abtransport der durch Arbeitsprozeß, -geräte, Personenbewegungen o.a. freigesetzten partikulären Verunreinigungen.

- 6 -  
- 7 -

Dabei tritt das Problem auf, die Wirksamkeit der eingesetzten Entstaubungsanlagen, Filter und dergleichen zu überprüfen. Dies geschieht durch bestimmte Einrichtungen, die es gestatten, die Anzahl der Partikel, insbesondere der Staubpartikel eines Luftvolumens zu ermitteln.

Zur Ermittlung der Anzahl der Staubpartikel sind nun Staubmeßgeräte bekannt geworden, die die Streuung eines Lichtstrahls, zum Beispiel eines Laserstrahls, an den Staubteilchen benutzen, um eine elektrische Lichtmeßeinrichtung und einen Zähler anzusteuern, so daß in einer bestimmten Anordnung der Luftführung die Anzahl der Staubteilchen direkt gezählt werden kann. Solche Einrichtungen sind, in Folge der Verwendung von Lasern und eventuell von Sekundärelektronenvervielfachern außerordentlich aufwendig und teuer. Dafür ermitteln sie die gesuchte Anzahl der Staubteilchen mit fast beliebiger Genauigkeit. Für die Bedürfnisse der Praxis kommt es nun auf diese Genauigkeit des Meßwertes nicht unbedingt in allen Fällen an.

Zur Zählung der Staubpartikel ist es desweiteren bekannt, dieselben unter Einsatz eines Mikroskops vornehmlich mit Dunkelfeldkondensor zu zählen. Während die elektrische Zählung einen etwas höheren Aufwand bedingt, der sich dann in einer höheren Genauigkeit widerspiegelt, sind die optischen Zählverfahren unter dem Mikroskop mit speziellen

- 7 -  
8-

Zählkammern, zum Beispiel bei der Erythrozytenzählung, jedem Arzt und jedem Apotheker bekannt.

Im Dunkelfeld eines Mikroskops sind nun gemäß dem Prinzip der optischen Diffraktion dieselben Staubteilchen sichtbar, wie sie vom bekannten Laser-Meßgerät angezeigt werden. Auch hier ist die Teilchengröße nur durch die Lichtwellenlänge nach unten begrenzt, denn bei der Zählung kann auf eine formgetreue Abbildung der Partikel durchaus verzichtet werden (sogenannte Ultramikroskopie).

Zur Abscheidung der Staubpartikel aus einem Luftstrom sind neben Filtern zwei weitere Staubabscheidungsverfahren bekannt. Einerseits kann die Luft in wirbelnde Strömung versetzt werden, so daß darin enthaltene Teilchen durch die Zentrifugalkräfte an den Wänden des Gefäßes, ein<sup>es</sup> sogenannten Zyklons abgeschieden und somit aus der Luft entfernt werden. Andererseits sind elektrische Staubabscheider bekannt, bei denen an einer Elektrode, zum Beispiel einem dünnen Draht, ein sehr stark inhomogenes elektrisches Feld erzeugt wird, so daß auf die Partikel durch die dielektrische Polarisierung eine Kraft ausgeübt wird, die die Partikel zum Draht hinführt und dieselben dort abscheidet. Desweiteren ist es bekannt, die Partikel zusätzlich durch Sprühentladung elektrisch zu laden und danach unter der Wirkung eines elektrischen Feldes zu einer Elektrode zu treiben, wo die Partikel

geglichen  
wert

- 8 -  
. 9 -

abgeschieden werden und gezählt werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren der eingangs genannten Gattung zu schaffen, welches es gestattet, die Anzahl der Partikel innerhalb eines Luftvolumens billig und unter möglichster Ausnützung von in jeder medizinischen oder pharmazeutischen Ausrüstung vorhandenen Geräten zu ermitteln, wobei das Verfahren einfach durchführbar und die Vorrichtung hierzu einfach handhabbar sein sollen, unter Erreichen einer genügend großen Genauigkeit.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß erfindungsgemäß im Bereich einer Umlenkung des Meßluftstroms ein elektrisches Feld erzeugt wird, dessen Feldlinien im Bereich eines innerhalb des elektrischen Feldes am Rand der Strömung des Meßluftstromes gelegenen Auffängers ungefähr senkrecht zu den Stromlinien der Strömung verlaufen, wobei die Feldlinien die Partikel, die gegebenenfalls vorher elektrisch geladen worden sind, durch die Grenzschicht der Strömung hindurch zu dem Auffänger leiten, von dem die Partikel aufgefangen werden, wonach dieselben in ansich bekannter Weise elektrisch oder optisch gezählt werden.

In erfindungsgemäßer Ausgestaltung kann im Bereich des elektrischen Feldes zur Erzeugung der Umlenkung der Meßluftstrom zu einer Kreisbahn mit sehr kleinem Radius gezwungen werden,

oder es kann eine Couette- oder Scherströmung oder eine Wirbelströmung erzeugt werden. Daneben kann das elektrische Feld auch an den Auffänger gelegt werden, wobei der Auffänger und die diesen benachbarte Elektrode auf gleichem Potential liegen. Vorzugsweise wird ein stark inhomogenes elektrisches Feld erzeugt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besitzt den hervorstechenden Vorteil, daß mit ihr die Anzahl von Partikeln innerhalb eines bestimmten Luftvolumens mit für viele Bereiche der Praxis ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann. Dabei ist das Verfahren einfach und sicher und benötigt keine Säuren und aufwendigen Apparaturen.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist gekennzeichnet durch eine Führungseinrichtung zum Umlenken und Führen des Meßluftstromes, die zwischen zwei in Abstand voneinander befindlichen Hochspannungselektroden angeordnet ist, an die ein elektrisches Feld gelegt ist, in welchem in direkter Nachbarschaft zu einer Elektrode ein Auffänger angeordnet ist. Die dem Auffänger direkt benachbarte Elektrode kann vorzugsweise eine Spitzenelektrode sein.

Durch die innerhalb der Umlenkung der Strömung auftretenden Zentrifugalkräfte werden die Staubteilchen an den äußeren

- 16 -  
 . 11 .

Rand der Strömung gedrängt, genauer gesagt, bis in die Nähe der Grenzschicht der Strömung, die als praktisch ruhende Schicht an ruhenden Wänden, insbesondere also am Auffänger, anhaftet. Für eine gegebene Strömungsgeschwindigkeit  $v$  muß dabei der Krümmungsradius einer Stromlinie der Strömung so klein als möglich sein, denn die Zentrifugalkraft

$$P = m \omega^2 r = m \frac{v^2}{r}$$

ist umgekehrt proportional dem Krümmungsradius  $r$ . Wenn zum Beispiel

$$v = 1 \text{ m/sec ist und } r = 1 \text{ mm,}$$

so beträgt die Zentrifugalbeschleunigung in einer solchen Strömung

$$\frac{v^2}{r} = 10^3 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} = 101.9 \text{ g}$$

das heißt, das 100-fache der Erdbeschleunigung. Eine vergleichbare Zentrifugalbeschleunigung läßt sich in Laborzentrifugen bei 1000 bis 1500 Upm erzielen.

Erfindungsgemäß werden nun durch ein annähernd senkrecht zu den Stromlinien wirkendes elektrisches Feld die Partikel durch die ruhende Grenzschicht hindurch auf den Auffänger transportiert. Dabei kann die Anordnung so getroffen sein, daß entweder das elektrische Feld vornehmlich durch eine Spitzenelektrode am Auffänger stark inhomogen gemacht wird, so daß auch ungeladene Teilchen durch die dielektrische Pola-

- 11 -  
- 12 -

risation auf den Auffänger transportiert werden, oder aber die Partikel können vor der Auffanganordnung durch eine im Luftstrom stattfindende Sprühentladung elektrisch geladen werden. Der Auffänger selber kann eine Metallplatte oder ein Metalldraht sein, wenn die Partikel elektrisch gezählt werden sollen. Darüberhinaus kann der Auffänger gleichzeitig als Elektrode dienen, um das elektrische Feld zu erzeugen. Diese Metallelektrode ist dann über Verstärker an ansich bekannte Zähleinrichtungen und Auswerteeinrichtungen für Impulse, wie beispielsweise Mikroprozessoren, angeschlossen.

Für die optische Auszählung der Partikel kann der Auffänger eine Platte aus durchsichtigem Material sein, vorzugsweise geschliffenes Glas, welches mit einer klebrigen, ebenfalls durchsichtigen Flüssigkeit so präpariert wird, daß die zum Auffänger transportierten Teilchen dort haften bleiben. Die Führungseinrichtung besteht aus Isoliermaterial. Die klebrige Flüssigkeit ist in ihrem Dampfdruck so eingestellt, daß sie während des Meßvorgangs nicht in nennenswertem Ausmaß verdunstet, so daß ein bestimmtes -zu Versuchsbeginn aufgebrauchtes- Flüssigkeitsvolumen nach den bekannten Methoden zur optischen Zählung von Teilchen in bestimmten Volumina mittels eines Mikroskops weiter bearbeitet werden kann. Alle Randbedingungen des Versuchs wie Stärke des Luftstroms, Stärke des elektrischen Feldes, Zeitdauer des Meßvorgangs,

-  $\sqrt{2}$  -  
- 13 -

werden konstant gehalten, so daß eine bestimmte Menge von auf den Auffänger auftreffenden Teilchen einem bestimmten Prozentsatz aller Teilchen in dem Meßluftstrom entspricht, was durch Eichkurven erfasst wird. Diese Eichkurven können zum Beispiel auch vornehmlich bei der elektrischen Zählung durch passende Programmierung eines Mikroprozessors eingebracht werden, der mit dem Zählgerät verbunden ist. An geeigneten, ansich bekannten Anzeige- und Registriereinrichtungen kann dann unmittelbar der Staubgehalt der Meßluft in Partikel pro  $m^3$  abgelesen werden.

In weiterer, erfindungsgemäßer Ausgestaltung wird zur Erzeugung einer radialen Luftströmung als Führungseinrichtung eine Halbkugelschale aus Isoliermaterial verwendet, die an ihrer tiefsten Stelle ein Loch aufweist und die auf den plattenförmigen Auffänger aufgesetzt ist, unter dem sich im Bereich des Loches die Spitzenelektrode befindet, wobei auf den Auffänger innerhalb des Loches ein Tropfen einer klebrigen Flüssigkeit plaziert ist.

Daneben kann unter Verwendung der Halbkugelschale aus Isoliermaterial innerhalb des Loches ein Metallplättchen als Auffänger angeordnet sein, unter welchem sich die Spitzenelektrode befindet, wobei das Metallplättchen auf das Potential der Spitzenelektrode, vorzugsweise über einen Hochohmwiderstand, gelegt ist, wobei an das Metallplättchen ein

- 13 -  
- 14 -

elektrischer Zähler angeschlossen ist.

Daneben kann zur Umlenkung des Luftstroms eine Couette- oder Scherströmung erzeugt werden, die am einfachsten durch zwei konzentrische Zylinder, von denen einer rotiert, erzeugt wird. Erfindungsgemäß besteht in diesem Fall die Führungseinrichtung aus einem zylinderförmigen Gehäuse mit einer Zu- und einer Abströmöffnung, in dem ein Rotor drehbar exzentrisch angeordnet ist, der gleichzeitig die eine Elektrode bildet, wobei dem Rotor im Bereich des geringsten Abstandes  $a$  von dem Gehäuse der plattenförmige Auffänger gegenüber liegt, unter dem die Spitzenelektrode angeordnet ist.

In weiterer, erfindungsgemäßer Ausgestaltung können zur Erzeugung einer Couette- oder Scherströmung zwei Platten planparallel im Abstand voneinander senkrecht auf dem plattenförmigen Auffänger angeordnet sein, wobei mittig zwischen den Platten und längs zu denselben ein drehbarer, gleichzeitig als Elektrode dienender Zylinder angeordnet ist, dessen Abstand  $b$  zum Auffänger geringer ist, als zu den Platten und über dem planparallel zu den Platten eine Trennplatte angeordnet ist, wobei unterhalb des Auffängers die Spitzenelektrode angeordnet ist.

In weiterer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann zur Erzeugung eines Wirbelluftstroms die Führungsein-

- 14 -  
15.

richtung eine Turbine sein, an deren Ausgang die beiden Hochspannungselektroden sich gegenüberstehend angeordnet sind, wobei oberhalb der Spitzenelektrode der Auffänger platziert ist.

Die Erfindung ist in der nachfolgenden Beschreibung anhand von in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei die Führungseinrichtung eine Halbkugelschale ist und auf dem Auffänger ein Tröpfchen einer klebrigen Flüssigkeit platziert ist,

Figur 2 eine Ansicht eines weiteren Beispiels mit einer Halbkugelschale als Führungseinrichtung, wobei innerhalb des tiefsten Punktes derselben ein Metallplättchen als Auffänger angeordnet ist,

Figur 3 eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Couette-Strömung,

Figur 4 eine weitere Vorrichtung in perspektivischer Ansicht zur Erzeugung einer Couette-Strömung und

Figur 5 eine Turbine zur Erzeugung eines Wirbelluftstromes, der nach Austritt zwischen den beiden Elektroden

- 15 -  
- 16 -

durchgeführt wird.

Gemäß der Figur 1 wird die Luft über einen Entnahmetrichter 1 entnommen, wobei mittels eines Gebläses zwei ein Meßluftstrom erzeugt wird. Dieser Meßluftstrom wird über eine Düse 3 durch eine plattenförmige Elektrode 4 durchgeführt, die mit einer Hochspannungsquelle 5 verbunden ist. Die Düse 3 ist mit der plattenförmigen Elektrode baulich vereinigt.

Gegenüber der Elektrode 4 ist im Abstand ein Auffänger 6 angeordnet, der in diesem Beispiel ebenfalls plattenförmig ausgebildet ist und aus durchsichtigem Material, vorzugsweise Glas, besteht. Auf dem Auffänger 6 ist ein Tröpfchen 7 einer klebrigen Flüssigkeit platziert. Unterhalb des Auffängers 6, direkt unterhalb dem Tropfen 7 befindet sich die zweite Elektrode, die vorzugsweise als Spitzenelektrode 8 ausgeführt ist, welche mit dem anderen Pol der Hochspannungsquelle 5 verbunden ist.

Über das Tröpfchen 7 ist nun eine Führungseinrichtung 9 aufgesetzt, die hier aus einer Halbkugelschale mit kugelförmiger Wandung 10 besteht. Die Halbkugelschale 9 besitzt an ihrem tiefsten Punkt ein Loch 42, welches direkt über das Tröpfchen 7 gestülpt ist. Die Halbkugelschale 9 besteht desweiteren aus Isoliermaterial. Die Halbkugelschale 9 führt den Luftstrom derart, daß die Stromlinien der Strömung in der

- 16 -

. 17 -

unträglich  
ändert

Nähe des Tröpfchens 7 stark gekrümmt werden, um so möglichst große Zentrifugalkräfte zu erzeugen. Das durch die Elektroden 4 und 8 <sup>e</sup>Erzeugte, in der Nähe der Elektrode 8 stark inhomogene elektrische Feld, steht dann auf den Stromlinien etwa senkrecht und transportiert die Teilchen, welche durch die Zentrifugalkräfte an den Rand der Strömung gedrängt worden sind, durch die quasi ruhende Grenzschicht hindurch in das Tröpfchen.

Ein Motor 13 zum Antrieb des Gebläses 2 und die Hochspannungsquelle 5 sind über eine Zeitschaltuhr 11 und ein Relais 12 derart geschaltet, daß die gesamte Einrichtung eine definierte Zeit lang, etwa 5 Minuten, unter den durch die Anordnung definierten Bedingungen in Betrieb gehalten werden kann.

Der Meßvorgang mit dieser Vorrichtung gestattet sich folgendermaßen: ein Objektträger, etwa der Deckel einer mikroskopischen Zählkammer, wird als Auffänger 6 in die Apparatur eingelegt. Mit einer Mikropipette wird ein Tropfen einer Spezialflüssigkeit, die einen Dampfdruck aufweist, der dem der Meßluft entspricht, auf den Auffänger 6 genau gegenüber der Düse 3 aufgebracht. Die Halbkugelschale 9 wird über den Tropfen 7 gestülpt, sodann wird die Zeitschaltuhr 11 auf einen bestimmten Wert eingestellt und der Motor 13 gestartet. Dadurch wird ein Luftstrom in der durch den Pfeil in Figur 1 angedeuteten Richtung erzeugt, der sich direkt in Richtung

- 17 -  
- 18 -

auf das Tröpfchen 7 bewegt und dort stark umgelenkt wird. Nach Abschalten der Apparatur wird der Auffänger 6 auf eine mikroskopische Zählkammer aufgesetzt und dort in bekannter Weise ausgezählt.

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel unter Verwendung der Halbkugelschale 9 der Figur 1. Der Auffänger ist hier ein möglichst kleines Metallplättchen 14, welches zur Vermeidung von Überschlügen möglichst auf dem Potential der Spitzenelektrode 8 liegt, vorzugsweise aber nur hochohmig mit dieser verbunden ist. Das Metallplättchen 14 ist direkt innerhalb des Loches 42 der Führungshalbschale 9 angeordnet; über RC-Glieder 15 ist das Metallplättchen 14 an einen Verstärker 16 und einen Zähler 17 und eventuell weitere Verarbeitungseinrichtungen, wie Mikroprozessoren, angeschlossen. Der übrige Aufbau der Apparatur entspricht demjenigen in Figur 1.

Ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in Figur 3 gezeigt, wobei zur Umlenkung des Luftstromes hier eine Couette- oder Scherströmung erzeugt wird. Die Führungseinrichtung besteht aus einem zylinderförmigen Gehäuse 19, in welchem ein Rotor 18 drehbar angeordnet ist. Das Gehäuse 19 weist eine Zuführöffnung 21 und eine Abführöffnung 22 für den Luftstrom auf. Der Rotor 18 ist innerhalb des Gehäuses 19 exzentrisch angeordnet, ge-

- 18 -  
19.

gentüber dem Auffänger 25, der hier platten- oder scheibenförmig ausgebildet ist. Jenseits des Auffängers 25 ist wiederum die Spitzenelektrode 8 angeordnet; als zweite Elektrode dient der Rotor 18. Das Gehäuse 19 ist desweiteren durch eine Trennwand 24 in zwei Teile geteilt, so daß der eventuell mit Schaufeln besetzte Rotor 18 einen Luftstrom durch die Zuführ- und Abführöffnungen hindurch durch den Spalt 23 zwischen dem Rotor und dem Gehäuse 19 vorbei an dem Auffänger 25 erzeugt. Bei Rotation des Rotors 18 entsteht innerhalb des Spaltes 23 im Bereich des geringsten Abstandes a des Rotors 18 vom Auffänger 25 ein Strömungsfeld und ein elektrisches Feld, deren Feldlinien ungefähr senkrecht aufeinander stehen. Die Partikel werden dadurch auf den Auffänger 25 getrieben, wo sie analog der Ausführung der Figuren 1 und 2 gezählt werden können.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform zur Erzeugung einer Couette-Strömung. Auf einem Auffänger 30, der hier plattenförmig ausgebildet ist, sind zwei Platten 26, 27 planparallel zueinander angeordnet, wobei die Platten im unteren Bereich in der Nähe des Auffängers 30 gekrümmt ausgebildet sein können. Oberhalb des Auffängers 30 und zwischen den Platten 26, 27 ist längs ein Zylinder 29 angeordnet, der auch drehbar gehalten und antreibbar ~~sein kann.~~ Der Zylinder 29 besitzt einen Abstand b vom Auffänger 30, der geringer ist, als der Abstand von den Platten. Oberhalb des Zylinders 29 ist,

- 19 -  
- 20 -

ebenfalls planparallel zu den Platten 26, 27, eine Trennplatte 28 angeordnet. Unterhalb des Auffängers 30 befindet sich die Spitzenelektrode 6. Der Luftstrom wird nun in Richtung des Pfeils 31 in die Anordnung eingeleitet, umläuft den Zylinder 29 zwischen dem Auffänger 30 und dem Zylinder hindurch und entweicht in Richtung des Pfeils 32 zwischen der Trennplatte 28 und der Platte 26. Der Radius des Zylinders 29 bildet dann den kleinsten Krümmungsradius für die Luftströmung. Die Trennplatte 28 mitsamt dem Zylinder 29 bilden die zweite Elektrode. Die übrige Anordnung entspricht der in Figur 1. Mit dieser Anordnung lassen sich bei gegebener Spannung zwischen den Elektroden zwar nicht so stark inhomogene elektrische Felder erzeugen, wie mit den vorgenannten Anordnungen, dafür läßt sich jedoch die Wirkung der Zentrifugalkraft stark erhöhen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Figur 5 gezeigt. In dieser Anordnung besteht die Führungseinrichtung aus einer Turbine 33, womit also das Gebläse und die Abschalteneinrichtung konstruktiv vereinigt sind, wie das auch in der Ausführung gemäß Figur 3 der Fall ist. Die Turbine 33 besitzt ein Turbinenrad 34, wobei der Kopf des Turbinenrades mit einer stromlinienförmigen Verkleidung 36 versehen ist. Das Turbinenrad 34 ist in einem Rohr angeordnet, welches aus zwei Parallelstücken 37 und 39 besteht, sowie aus einer Düse 35 und einem

- 26 -  
- 21 -

Diffusor 38. In der Düse 35 sind schräggestellte Leitschaufeln 40 angeordnet, die den durch das Turbinenrad angetriebenen Luftstrom möglichst in tangentialer Richtung der Düse 35 umlenken. Durch den Satz von der Erhaltung des Drehimpulses erhält dann der Luftstrom bei seinem Weiterströmen durch die Düse 35 eine sehr hohe Tangentialgeschwindigkeit, die große Zentrifugalkräfte auf die Partikel ausübt. Im parallelen Rohrstück 37, welches in dieser Anordnung vornehmlich mit quadratischem Querschnitt ausgeführt ist, sind der Auffänger 6, die Spitzenelektrode 8 und die Gegenelektrode 4 angeordnet, wobei das angelegte elektrische Feld die Partikel wiederum erfindungsgemäß durch die Grenzschicht der nunmehr wirbelhaften Strömung auf den Auffänger 6 transportiert. Anschließend entweicht die Luft durch einen Diffusor 38, dessen Sinn es ist, den Strömungswiderstand der Gesamtanordnung zu verringern.

2756164

-23-

Nummer:  
Int. Cl.2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

27 56 164  
G 01 N 15/06  
16. Dezember 1977  
21. Juni 1979

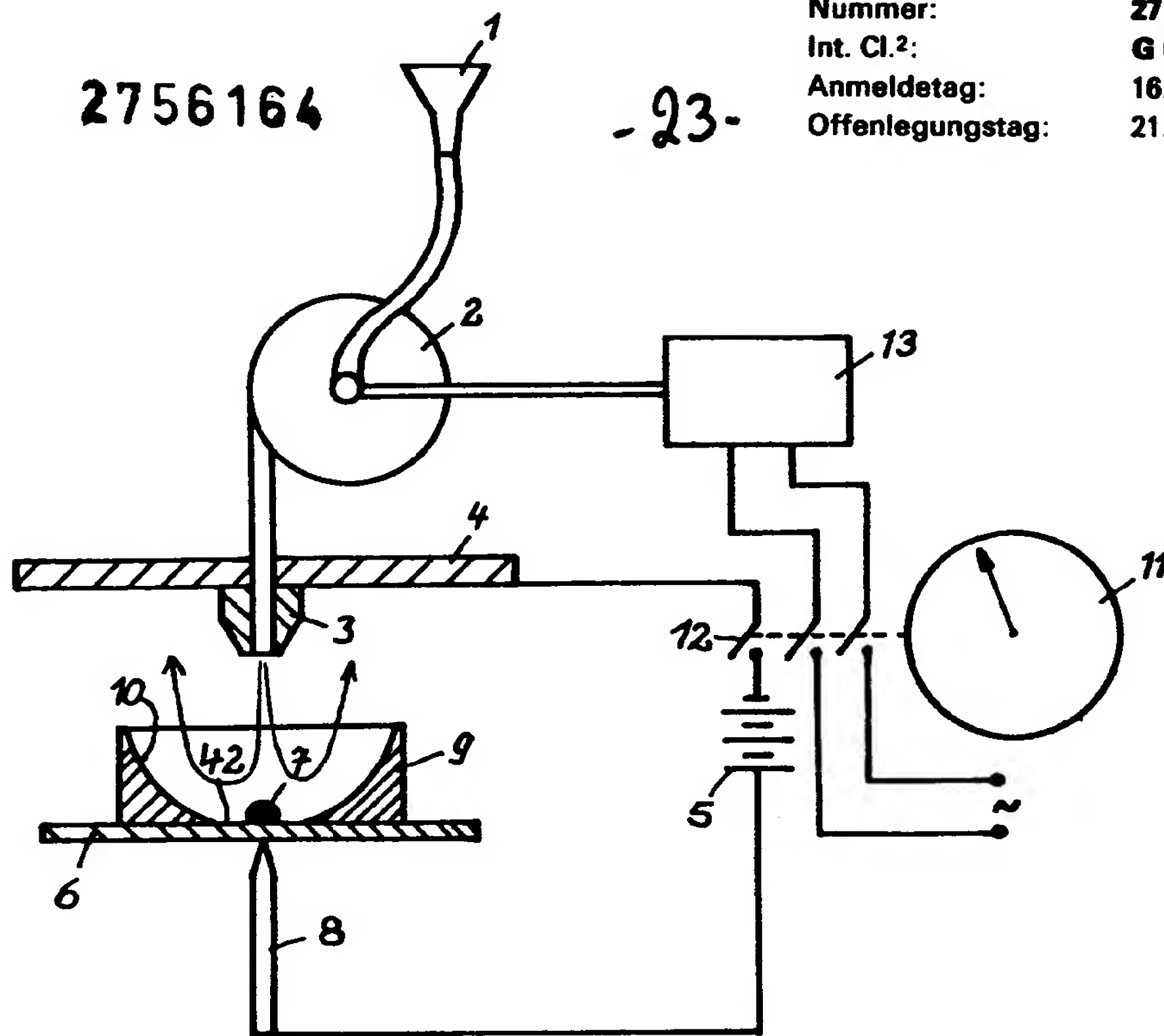


Fig. 1

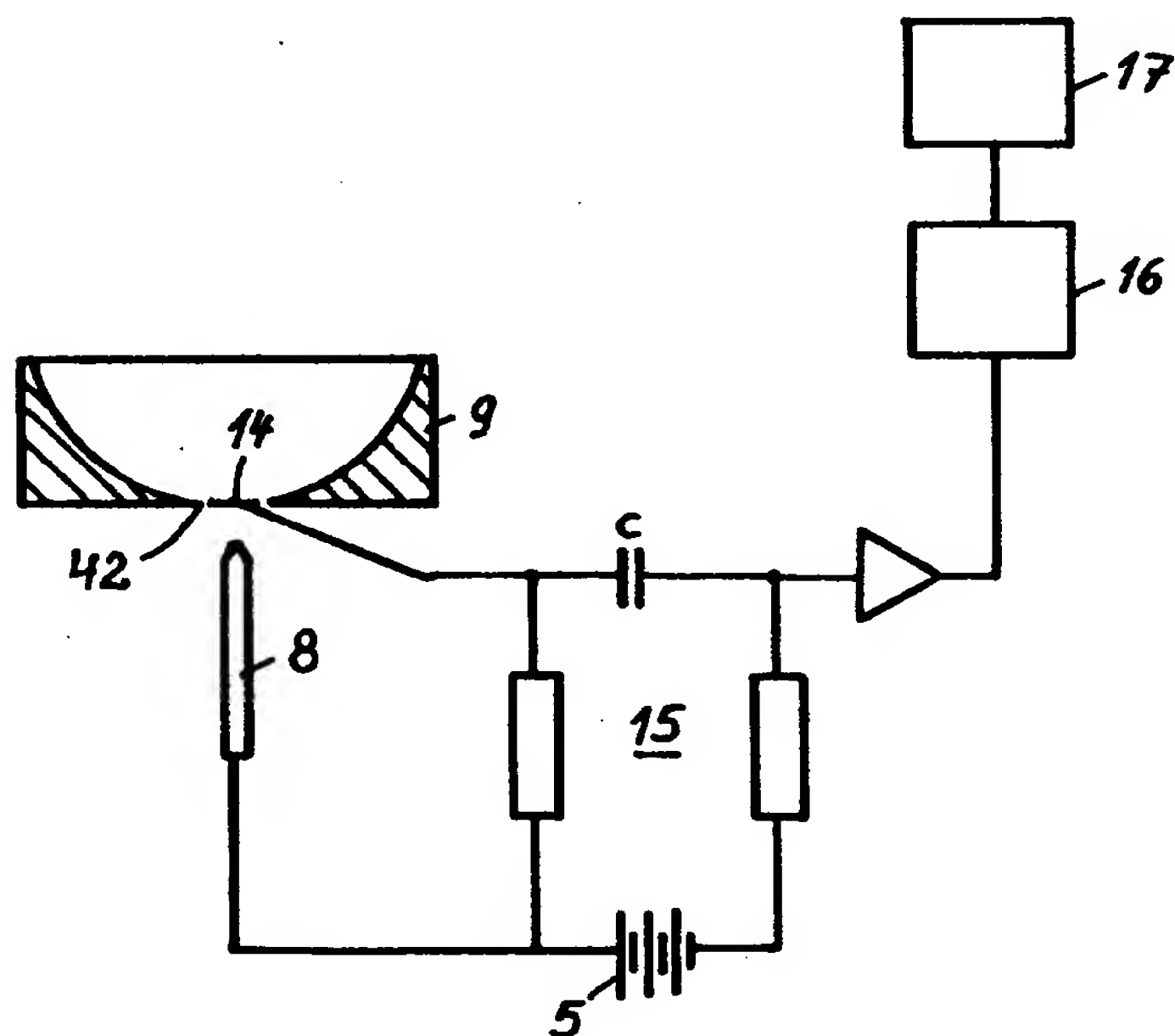


Fig. 2

909825/0314

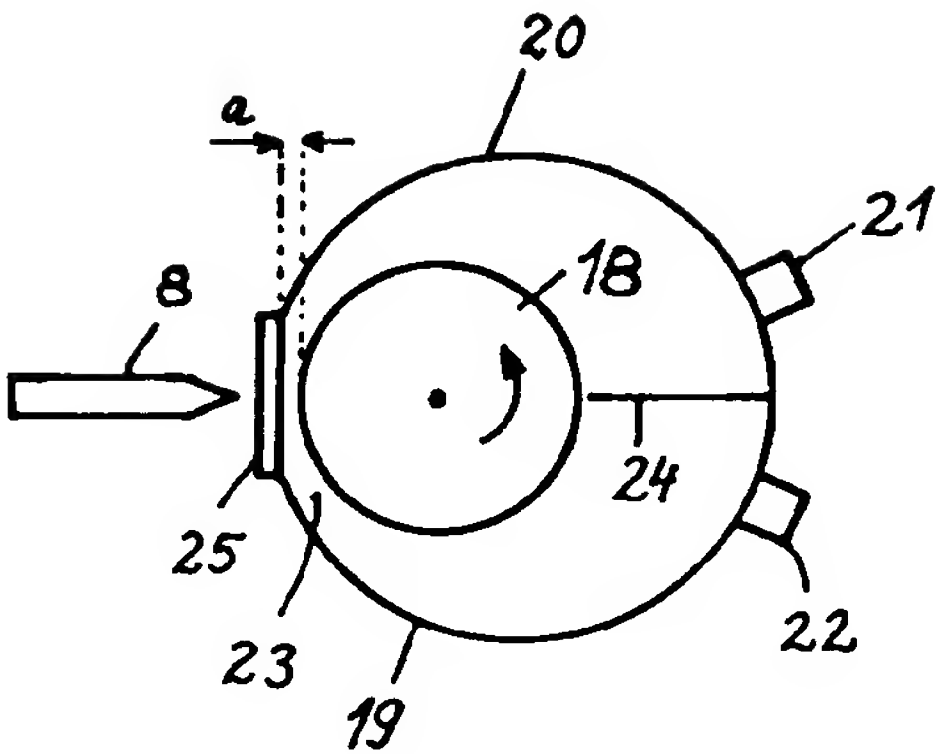


Fig. 3

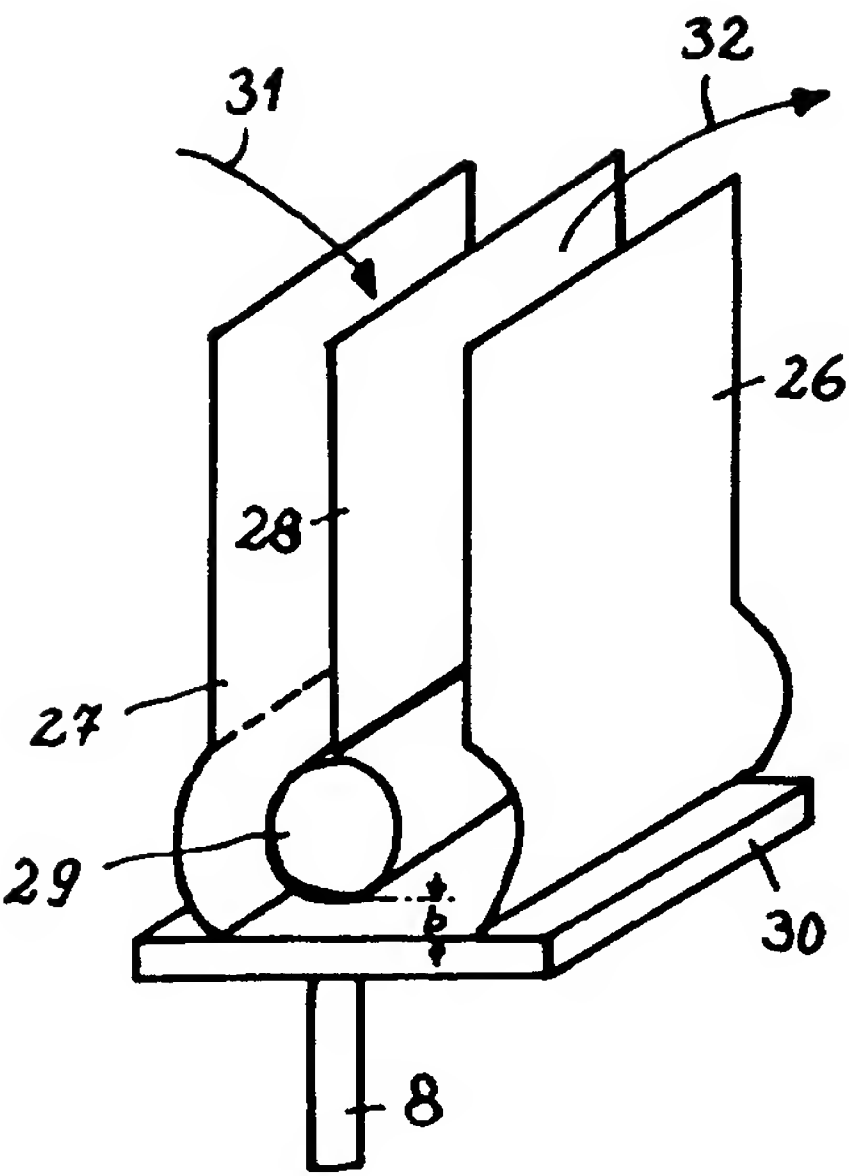


Fig. 4

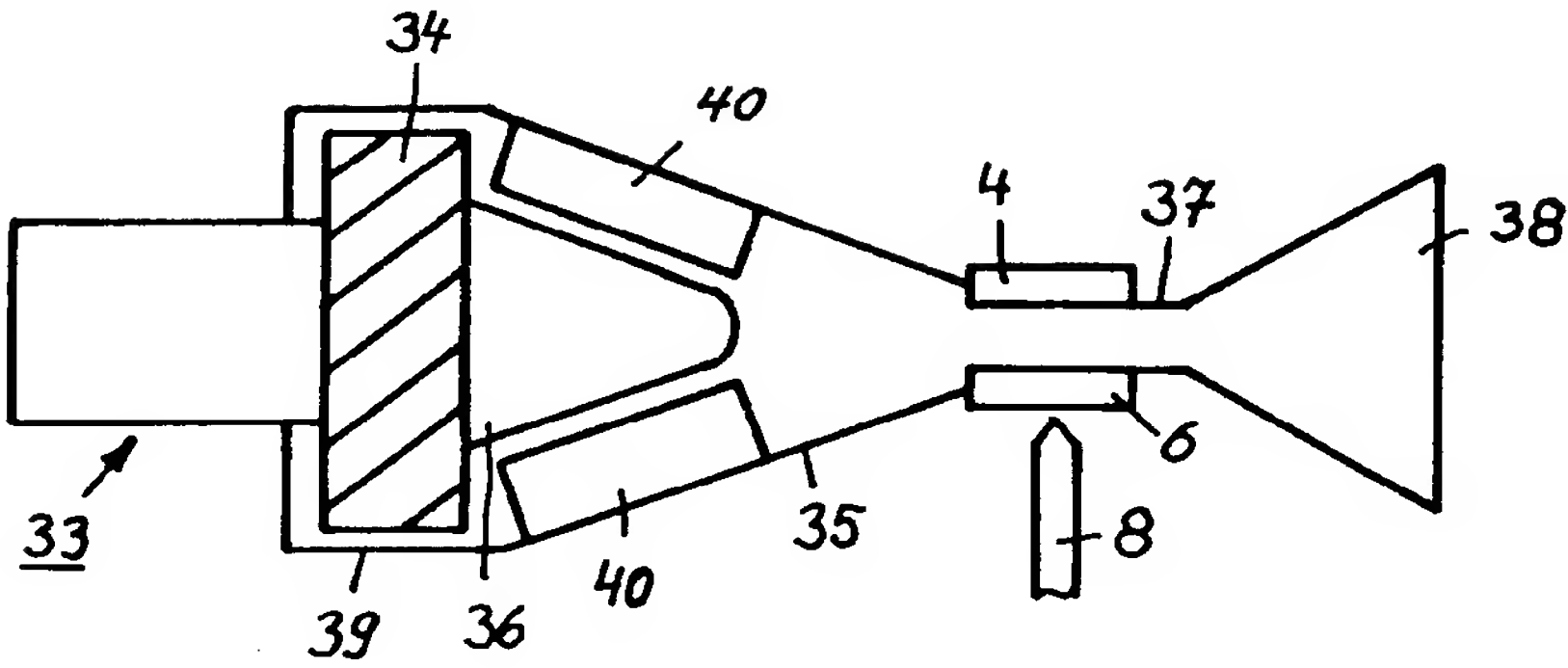


Fig. 5